

На втором этапе – эксплуатации опасного объекта – проводят оценки условия труда, контролируют и проверяют все этапы технологического процесса. Большинство аварий возникает на этом этапе, например, при проведении пуска оборудования, поэтому его пуск после ремонта, капитального ремонта или монтажа проводят только после получения положительных результатов приемосдаточных испытаний. Любые конструктивные изменения в технических устройствах должны сопровождаться проведением экспертизы промышленной безопасности, которая позволит идентифицировать безопасность эксплуатации таких объектов.

Однако данные ежегодного отчета о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору за 12 месяцев 2016 года показывают, что не все проверки осуществляются. Так, из запланированных к проведению 13796 контрольных проверок службами производственного контроля фактически проведено 9610 проверок (что составляет 69,7 % от плана), что указывает на неэффективность производственного контроля.

Из выявленных наиболее характерными нарушениями в части организации и осуществления производственного контроля являются:

- нарушение сроков проведения проверок или формальность их проведения;
- отсутствие контроля за своевременным устранением выявленных нарушений;
- отсутствие контроля за своевременным проведением экспертизы промышленной безопасности технических устройств, зданий, сооружений [2].

Таким образом для эффективного контроля и снижения возникновения опасных ситуаций на производстве необходимо:

1. При закладке новых проектов приглашать проектировщиков на действующие объекты – это поможет понять, как сделать так, чтобы людям было удобно работать, что нужно добавить в проект, а что убрать.
2. При составлении графиков проверок приглашать с аналогичных промышленных объектов специалистов для контроля их проведения, а также обмена опытом при их проведении.
3. Осуществлять контроль эксплуатирующих организаций в месте работ.
4. При выявлении нарушений на объекте составлять рекомендационное письмо и направлять его по всем объектам аналогичного производства.
5. Внедрить меры поощрения эксплуатирующих организаций за своевременное выполнение проектов при строительстве, эксплуатации и т.д. без инцидентов.

Данные мероприятия будут способствовать как повышению эффективности мероприятий по охране труда, так и более тесному сотрудничеству организаций в области защиты работников от опасных и вредных факторов производства.

Литература.

1. Липчанский Д.С., Романцов И.И., Гуляев М.В. Мероприятия по выявлению и устранению опасных ситуаций в нефтегазовой отрасли. Успехи Современной Науки Том 1, №5, 2017 год.
2. Доклад о правоприменительной практике контрольно-надзорной деятельности в Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору при осуществлении федерального государственного надзора в области промышленной безопасности за 2016 год.

ИССЛЕДОВАНИЯ ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДАТЧИКОВ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ТЕМПЕРАТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ И ОТВОДЯЩИХ ШИНОПРОВОДОВ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПОВЫШЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ

Н.В. Гривенная, к.т.н., доц., А.В. Баженов, к.т.н, проф., А.А. Княгинин, ст.преп.

Технологический институт сервиса (филиал) ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» в г. Ставрополе Ставропольского края

355043, г. Ставрополь пр. Кулакова 41/1, тел. (8652)-39-69-96

E-mail: katrinastenton@yandex.ru

Аннотация: Статья посвящена обоснованию технического решения системы дистанционного мониторинга температурных изменений магистральных и отводящих шинопроводов энергоснабже-

ния промышленных предприятий повышенной экологической опасности. При мониторинге температуры нагреваемых электрическим током шин магистральных шинопроводов сетей переменного тока до 1000В возникают ошибки, обусловленные различными факторами. Проведены исследования по оценке влияния температуры окружающих объектов (в том числе соседних шинопроводов) на точность измерений температуры. Сделаны выводы о возможности использования альтернативных вариантов температурных датчиков как основы системы мониторинга.

Abstract: Article is devoted to reasons for a technical solution of system of remote monitoring of temperature changes of the trunk and leading-out buslines of power supply of the industrial enterprises of the increased ecological danger. When monitoring temperature of the buses of trunk buslines of alternating current mains heated by an electric current to 1000В there are errors caused by different factors. Researches on an impact assessment of temperature of environmental objects (including adjacent buslines) on the accuracy of temperature measurements are conducted. Conclusions are drawn on a possibility of use of alternative versions of temperature sensors as monitoring system bases.

В современных электрических установках промышленных предприятий электрические сети и, в частности, сети переменного и постоянного тока до 1000В, выполненные шинопроводами, постепенно вытесняют другие виды электрических сетей, выполненных кабелями или неизолированными шинами, проложенными на изоляторах. Переход во многих случаях от радиальных схем питания к магистральным системам обусловил широкое применение шинопроводов секционного типа. Использование магистральных шинопроводов позволяет увеличить срок службы электрических сетей и значительно снизить их аварийность [1].

Повреждение магистрали приводит к одновременному отключению всех питающихся от нее токоприемников, что особенно нежелательно при питании от магистрали отдельных крупных потребителей, участвующих в едином непрерывном технологическом процессе производства, а так же предприятий, отнесенных к I и II группам экологической опасности воздействия на окружающую среду.

Особенностью технологии монтажа магистральных шинопроводов является соединение секций шинопроводов различной длины. Так, при монтаже сети длиной 100 м, количество соединений достигает 30-40 шт. Соединение секций шинопровода выполняется методом аргодуговой сварки. Технология соединений секций шинопроводов допускает изоляцию места сварного соединения электроизоляционной лакотканью. Место сварного соединения является наиболее подверженным тепловому нагреву, особенно в случае неплотного примыкания секций шинопровода друг к другу. Кроме того, при монтаже достаточно часто приходится нарушать рекомендации производителя (по технологическим причинам) и сварка проводится одиночным продольным швом, что приводит к снижению качества омического контакта (увеличению переходного сопротивления) между соединяемыми секциями шинопровода [2].

Для предотвращения нарушений технологических процессов и режимов эксплуатации в результате возможных аварий на электрических шинопроводах предприятий необходимо осуществлять непрерывный (в режиме реального времени) либо периодический мониторинг температурных изменений, обработку и хранение (документирование) результатов и прогнозирование изменения состояния шинопроводов. Предполагаемая система мониторинга может быть построена аналогично представленным в [3,4].

Система дистанционного мониторинга температурных изменений магистральных и отводящих шинопроводов должна обеспечивать выполнение следующих требований и характеристик:

- точность измерения температуры по каждому сварному соединению $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$;
- рабочий диапазон токов шинопровода не более 4000 А;
- компенсация взаимного влияния температурных датчиков соседних шин;
- максимального допустимое значение температуры сварного соединения 90°C .

Для выработки рекомендаций по реализации системы дистанционного мониторинга температурных изменений магистральных и отводящих шинопроводов необходимо:

- выполнить исследование зависимости температуры, выдаваемой датчиками, от силы тока, протекающего по шинопроводу;
- выполнить исследования по оценке влияния температуры окружающих объектов (в том числе соседних шинопроводов) на точность измерений;

- выполнить исследования влияния электроизоляционной лентки на точность измерения температуры шинпровода.

Для теоретического обоснования процессов нагрева и охлаждения однородного проводника было проведено математическое моделирование зависимости температуры нагрева шины от силы протекающего тока в условиях теплоотдачи

$$T = \frac{I^2 R_a}{Gc} t, \quad (1)$$

где T – перегрев (превышение температуры проводника по отношению к окружающей среде), °C; I – действующее значение тока, проходящего по проводнику, А; R_a – активное сопротивление проводника при переменном токе, Ом; G – вес токоведущего проводника, кг; c – удельная теплоемкость материала проводника, Дж•сек/кг•град [5,6].

Из предварительного анализа состава и характеристик системы мониторинга следует целесообразность использования альтернативных вариантов температурных датчиков [7], а именно бесконтактных инфракрасных датчиков семейства MLX90614 [8] и универсальных цифровых датчиков DS18S2 [9]. Это необходимо для обеспечения контактного контроля температуры непосредственно места сварного соединения и последующего сравнительного анализа результатов контактного и бесконтактного мониторинга.

В качестве источника тока использовался комплект нагрузочный измерительный с регулятором тока РТ-2048-02, ТУ 4224-001-46964690-2005 (далее комплект РТ-2048-02). Комплект РТ-2048-02 предназначен для измерения действующего значения силы тока срабатывания максимальных расцепителей автоматических выключателей (АВ), для измерения действующего значения силы тока для электромагнитного (ЭМ) и теплового (Т) расцепителей и приведенного к амплитудному значению силы тока для полупроводникового (ПП) расцепителя. Комплект РТ-2048-02 обеспечивает регулирование силы тока, а также установки заданной длительности протекания тока и измерения времени срабатывания расцепителя с отображением информации на графическом ЖК-дисплее. Комплекты применяются для испытания АВ переменного тока в сетях электроснабжения до 1000 В с промышленной частотой 50 Гц.

Диапазон регулирования и измерения испытательного тока, А: от 20 до 2000. Приведенная погрешность измерения силы тока, %, не более 5. Диапазон задания и измерения длительности протекания тока в кратковременном режиме до 99 с. Для охлаждения источника тока использовался вентилятор тепловой пушки ТП9ЕКТ.

Для эксперимента использовался двухпакетный шинпровод ШМА4-4000 (рисунок 1). Соединение секций шинпровода выполнено методом болтовой стяжки. Над местами соединения трех шин одного пакета размещены три инфракрасных датчика MLX90614, закрепленных на плате в одном общем корпусе. Полученные в ходе эксперимента данные о силе тока I и температуре, измеренной контактным датчиком на одной шине шинпровода, подтверждают результаты, рассчитанные с помощью модели (1). Среднее значение ошибки $0,21^\circ\text{C}$ (рисунок 2). Для алюминиевых шинпроводов ШМА 4 4000А постоянная времени составляет 17,5 минут.

На рисунке 3 показано размещение инфракрасных датчиков над местами соединения шин, а также диаграммы приема теплового излучения. Для используемых датчиков диаграмма приема излучения представляет собой конус с углом 90° . Ток подавался только на одну шину. Две оставшиеся шины пакета нагревались только за счет теплопередачи внутри коробки. Универсальный датчик DS18B20 крепился непосредственно на поверхность той шины, на которую подавался испытательный ток. Сбор данных производился с помощью персонального компьютера ASUS. Контроллер шины I²C для опроса датчиков MLX90614 и контроллер шины 1-Wire для опроса датчика DS18B20 реализованы на платах Arduino uno. Программное обеспечение обеспечивает точность измерения температуры датчика DS18B20 $0,1^\circ\text{C}$ и датчиков MLX90614 1°C .

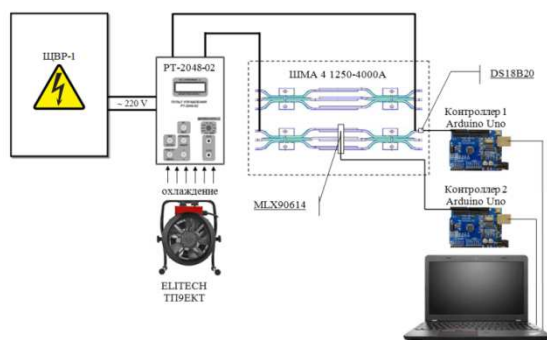


Рис. 1. Схема проведения эксперимента по исследованию влияния силы тока на температуру шинпровода

В ходе эксперимента было обнаружено, что показания контактного датчика и инфракрасного бесконтактного отличаются на постоянную величину смещения, пропорциональную площади шины, попадающей в диаграмму направленности инфракрасного датчика (рисунок 4).

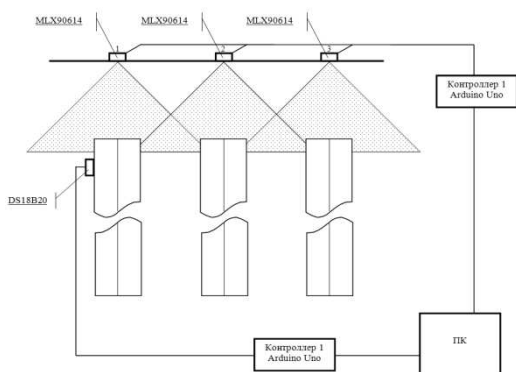


Рис. 3. Размещение датчиков и их диаграммы приема инфракрасного излучения в плоскости, перпендикулярной месту соединения шин

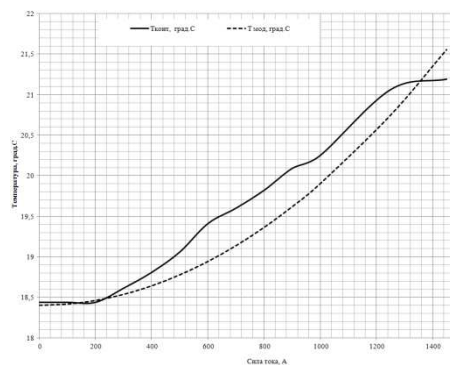


Рис. 2. Кривые нагрева шинпровода током (экспериментальные данные и рассчитанные с помощью модели (1))

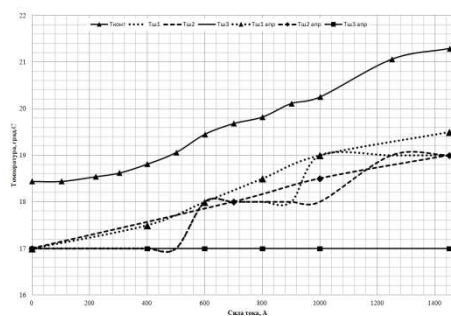


Рис. 4. График зависимости нагрева шинпроводов 1-3 (Тш1, Тш2, Тш3) от силы тока (I), протекающего по шинпроводу 1

Для снижения влияния излучения посторонних объектов (в том числе соседних шинпроводов), попадающих в диаграмму приема излучения, на точность измерения температуры при проведении исследований один из инфракрасных датчиков был помещен в металлическую трубку. За счет нагрева металлической трубки датчик в начальный момент времени показывал значительно большую температуру, так как принимал суммарное излучение близко расположенной трубки и нагретой шины. Так как использовалась тонкостенная трубка, её скорость остывания значительно превышала скорость остывания шины, поэтому примерно через некоторое время показания датчика в трубке стали меньше показаний открытых датчиков. Это обусловлено тем, что трубкой был вырезан узкий сектор в диаграмме направленности датчика, что уменьшило интенсивность принимаемого излучения и повысило ошибку измерения температуры.

На рисунке 5 показана схема проведения эксперимента при использовании в качестве ограничителей диаграммы направленности инфракрасных датчиков полипропиленовых пластин. Использование пластиковых ограничителей позволяет избежать влияния побочного излучения. Результаты представлены на рисунке 6.

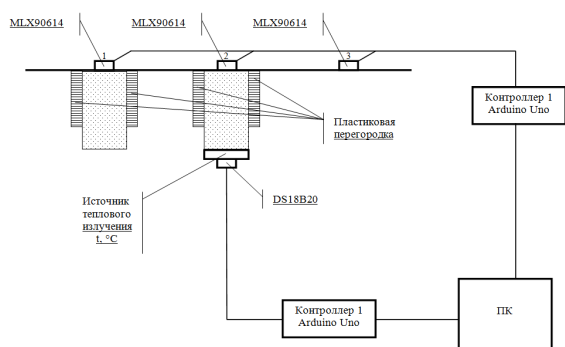


Рис. 5. Схема проведения эксперимента при использовании ограничителей в виде пластин

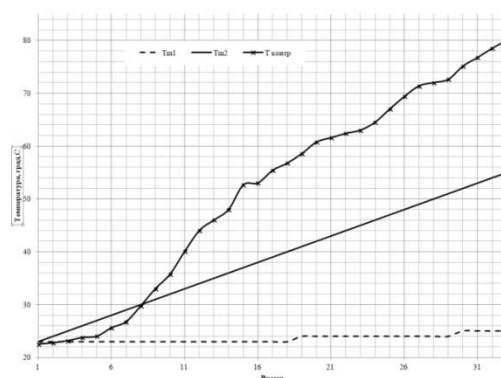


Рис. 6. Влияние ограничителей источников теплового излучения на показания датчика MLX90614 на шинном проводе 1

Кроме ошибок, обусловленных взаимным влиянием проводников и шириной диаграммы на правленности бесконтактных датчиков MLX90614, в результатах измерения присутствует ошибка, обусловленная электроизоляцией шин шинного провода [10]. Электроизоляция сварного соединения шинного провода выполнена с помощью лакоткани. Кроме электроизолирующих свойств, лакоткань обладает выраженными теплоизолирующими свойствами, при использовании лакоткани на поверхности источника излучения проявляется «парниковый» эффект, вызванный уменьшением тепловой конвекции с окружающим воздухом. При увеличении числа слоев лакоткани температура, измеряемая контактным датчиком DS18B20, растет практически линейно. Схема проведения эксперимента представлена на рисунке 7. Результаты измерений приведены на рисунке 8.

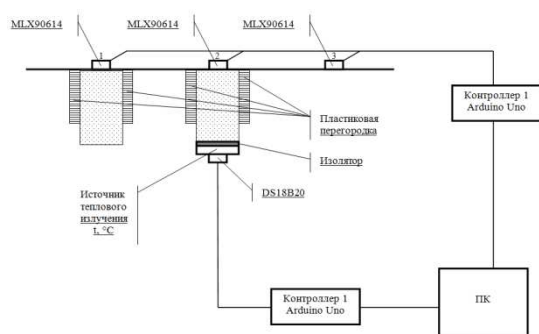


Рис. 7. Схема проведения эксперимента для исследования влияния лакоткани

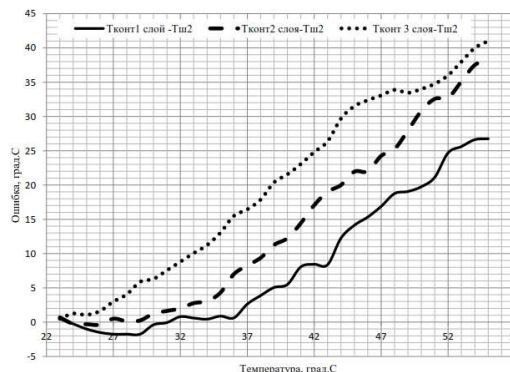


Рис. 8. Ошибка измерения температуры при использовании лакоткани

Мониторинг температуры шинного провода в ходе всех проведенных исследований производился с помощью программы «АРМ Диспетчера». Данные в программу поступают от цифровых термометров (контактный датчик DS18B20, инфракрасные датчики MLX90614) через платформу Arduino Uno, построенную на микроконтроллере ATmega328. В «АРМ Диспетчера» разработана мнемосхема, которая представляет графическую схему удаленного объекта и предназначена для отображения его состояния в определенный момент времени (рисунок 9). На мнемосхеме изображен шинный провод, в местах соединения секций которого отображается текущая температура.

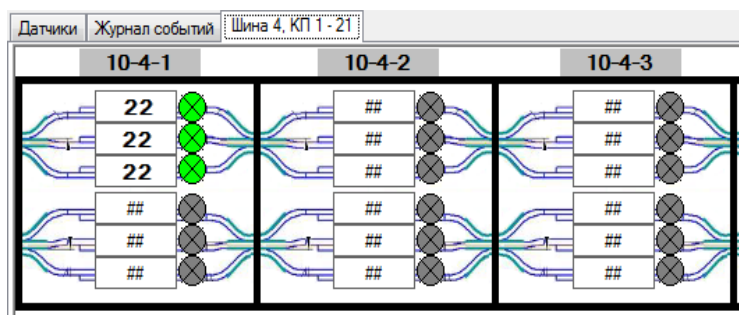


Рис. 9. Фрагмент мнемосхемы «АРМ Диспетчера»

Таким образом, были проведены все запланированные исследования, позволяющие сделать вывод о целесообразности использования инфракрасных датчиков MLX90614 и универсальных датчиков DS18S2 в системе мониторинга температуры шинопроводов типа ШМА 4 1250-4000А. Все результаты экспериментов прошли статистическую обработку [11].

Анализируя результаты исследований, можно сделать следующие выводы:

- бесконтактные инфракрасные датчики семейства MLX90614 фирмы Microelectronic Integrated System (Melexis) обладают достаточной точностью и рабочим диапазоном для реализации системы мониторинга температуры шинопроводов;
- для снижения взаимного влияния отдельных шин на точность измерения температуры при использовании датчиков, подобных MLX90614 и с шириной диаграммы направленности 90 градусов, необходимо использовать ограничители в виде плоских пластин (при использовании более дорогостоящих датчиков с шириной диаграммы направленности в 5 градусов такие ограничители не нужны);
- количество датчиков типа MLX90614 на одну последовательную информационную шину не должно превышать 127;
- при использовании универсальных датчиков DS18S20 фирмы Dallas Semiconductor необходима программная калибровка результатов измерений с учетом плотности контакта датчика с шинопроводом и количества слоев локоткани, достоинством датчиков DS18S20 является их низкая цена (на порядок меньше, чем MLX90614);
- количество датчиков одновременно используемых на одной информационной шине датчиков DS18S20 не ограничено.

Литература.

1. Анчарова, Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений / Т.В. Анчарова, Е.Д. Стебунова, М.А. Рашевская. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 416 с
2. Шинопровод магистральный ШМА 4 1250-4000. Техническое описание.: СОЭМИ, www.шинопровод.com, 48 с.
3. Баженов А.В., Бондарева Г.А., Гривенная Н.В., Малыгин С.В. Техническое устройство мониторинга внутренних коррозионных изменений магистральных трубопроводов // Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях: сб.ст. Научно-практической конференции, посвященная 85-летию ДГТУ/ под общей научной редакцией В.Е. Жидкова. 2015. С.- 142-147.
4. Anatoliy, Bazhenov; Galina, Bondareva; Natalia, Grivennaya; et al. Main Pipelines Corrosion Monitoring Device, IOP Conference Series-Earth and Environmental Science Volume: 50 Article Number: UNSP 012032
5. РД 34.20.547 Методика расчета предельных токовых нагрузок по условиям нагрева проводов для действующих линий электропередачи (МТ 34-70-037-87) СПО Союзтехэнерго Москва - 1987 г.
6. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования / Под ред. Б.Н.Неклепаева. – М.: НЦ ЭНАС, 2002. – 152 с.
7. <https://www.chipdip.ru/catalog-show/temperature-sensors>
8. MLX90614 family. Syngle and Dual Zone Infra Red Thermometr in TO-39. Data Sheet: MELEXIS, 2015. -52с.
9. DS18S20 High Precision 1-Ware Digital Thermometr. Data Sheet : Dallas Semiconductor, 2011.- 21 с

10. Баженов А.В., Гривенная Н.В., Малыгин С.В., Княгинин А.А., Колчинцев Ю.В. Оценка точности измерения температуры нагреваемого электрическим током проводника контактным и бесконтактным датчиками // Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях: сб.ст. Научно-практической конференции, посвященная 85-летию ДГТУ/ под общей научной редакцией В.Е. Жидкова. 2017. С.- 134-138.
11. Гривенная Н.В. Статистическое моделирование и инструментальная оценка тарифных показателей страховых компаний. // Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях. Международная научно-практическая конференция 20-21 мая 2014 года: сборник статей в 2-х частях/Под общ. науч. ред. д.т.н., проф. В.Е. Жидкова – Ставрополь: Ставролит; ТИС, 2014. – Часть I. – 416 с.

СНИЖЕНИЕ РИСКА ДТП НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА АВАРИЙНОСТИ ПО МЕСЯЦАМ ГОДА

К.С. Паршина, магистрант.

*Научный руководитель: Е.В. Печатнова
Алтайский государственный университет
г. Барнаул пр. Ленина 61, 89132754947
E-mail: phukcia@yandex.ru*

Аннотация: Современное состояние техносферы характеризуется высокими рисками в области дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Адресное воздействие требует детального анализа на уровне муниципальных образований. В работе представлены результаты анализа аварийности за 2 года в Алтайском крае. Сформирована таблица наиболее аварийных районов по месяцам года. Рекомендуется проводить дополнительные мероприятия по повышению уровня безопасности дорожного движения в муниципальных образованиях в зависимости от месяца.

Abstract: Modern state of the technosphere is characterized by a high risk of road traffic accidents (RTA). Address the impact requires detailed analysis at the level of municipalities. The paper presents the results of the analysis of accidents for 2 years in the Altai region. Generated table in the most critical areas for the months of the year. It is recommended to carry out additional activities to improve the level of road safety in the municipalities depending on the month.

Одним из основных техносферных рисков является риск возникновения ДТП. Участие практически всего населения в дорожном движении, а также усиленный рост частных личных автомобилей, а также транспорта организаций способствует обострению проблемы [1]. Кроме того, анализ значений социального риска (число погибших в ДТП на 100 тыс. населения) Всемирной организацией здравоохранения показал, что его уровень в России (15,8) выше чем в постсоветской Прибалтике и странах Восточной Европы [2].

Предупреждение серьезных ДТП, в том числе ЧС, связано с глубоким знанием процессов и причин возникновения автодорожных аварий. Однако исследования истинных причин ДТП в настоящее время затруднены поскольку в настоящее время анализ причин ДТП осуществляется только по линии МВД РФ и только на уровне установления связей между фактом ДТП и нарушениями ПДД. Влияние остальных факторов обычно остаются неучтенными [3]. Кроме того обычно аварийность анализируется на масштабном уровне – всероссийском или региональном, редко делаются поправки на место возникновения ДТП (город, трасса, село). Имеются детальные исследования аварийности в городах, однако анализ ДТП в муниципальных образованиях (районах) практически не проводится.

Для разработки адресных мероприятий важно знание не только степени дорожно-транспортной опасности района, но и распределение аварийности в течение года.

Построена графическая зависимость в виде гистограммы (Рисунок 1), которая отражает количество ДТП по месяцам двух лет (2015 и 2016). Выбраны ДТП по муниципальным образованиям (т.е. исключены данные об авариях в городах)